

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-135111  
 (43)Date of publication of application : 23.05.1995

(51)Int.CI. H01F 10/08  
 G11B 5/02  
 G11B 5/147  
 G11B 5/31  
 G11B 5/39  
 H01F 10/26

(21)Application number : 05-279374 (71)Applicant : NEC CORP  
 (22)Date of filing : 09.11.1993 (72)Inventor : ISHI TSUTOMU

## (54) MULTILAYERED MAGNETIC FILM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a multilayered magnetic film excellent in soft magnetic characteristics, wherein stable magnetic domain structure is obtained in a magnetic head magnetic pole form, and the optimum layer structure is about 200nm in thickness.

CONSTITUTION: A multilayered magnetic film is formed on a substrate, and consists of a magnetic layer 1 having uniaxial magnetic anisotropy and nonmagnetic layers 2, 3 different in thickness. The nonmagnetic layer 3 is thicker than the nonmagnetic layer 2. A laminate constituted of the magnetic layer 1, the nonmagnetic layer 2, the magnetic layer 1 and the nonmagnetic layer 3 are alternately laminated. The thickness of the magnetic layer 1 is made 20nm or larger and 100nm or smaller. The thickness of the nonmagnetic layers 2, 3 is made 5nm or larger and 20nm or smaller. A soft magnetic film having periodic structure formed by repetition of a plurality of ferromagnetic materials can be used as the magnetic layer 1. Thereby a magnetic multilayered film which can be applied to the main magnetic pole film of a single magnetic pole type head and the yoke part of a yoke type MR head for vertical magnetic recording can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.03.1994  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 2550893  
[Date of registration] 22.08.1996  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-135111

(43)公開日 平成7年(1995)5月23日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 F 10/08				
G 11 B 5/02	B 7426-5D			
5/147	7303-5D			
5/31	E 9197-5D			
5/39				

審査請求 有 請求項の数2 O L (全4頁) 最終頁に続く

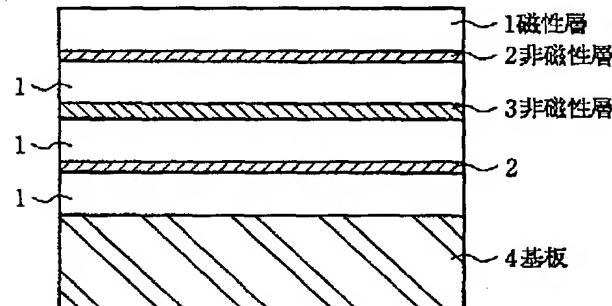
(21)出願番号	特願平5-279374	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成5年(1993)11月9日	(72)発明者	石 勉 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(54)【発明の名称】 磁性多層膜

(57)【要約】

【目的】 磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、その最適層構成が200nm程度の厚さで優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供する。

【構成】 基板4上に形成されており、1軸磁気異方性を有する磁性層1と、厚さがそれぞれ異なる非磁性層2、3とから成り、非磁性層2よりも非磁性層3が薄く、磁性層1／非磁性層2／磁性層1からなる積層体と非磁性層3とが交互に積層された構造を有する磁性多層膜であって、磁性層1の厚さが20nm以上100nm以下であり、かつ非磁性層2、3厚さが5nm以上20nm以下となるように構成する。また、磁性層1が複数の強磁性体の繰り返しによる周期構造を有する軟磁性膜を用いてもよい。これにより、垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜やヨーク型MRヘッドのヨーク部などに用いられる磁性多層膜を得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1軸磁気異方性を有する軟磁性膜である第1の層と、非磁性膜であり厚さがそれぞれ異なる第2の層および第3の層とから構成され、前記第3の層が前記第2の層よりも厚く、前記第1の層／第2の層／第1の層からなる積層体と第3の層とが交互に積層された構造を有する磁性多層膜において、前記第1の層の厚さが20以上100nm以下であり、かつ前記第2の層および第3の層の厚さが5nm以上20nm以下であることを特徴とする磁性多層膜。

【請求項2】 前記第1の層が複数の強磁性体の繰り返しによる周期構造を有する軟磁性膜であることを特徴とする請求項1記載の磁性多層膜。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気記録媒体に対し情報の書き込みおよび読み出しを行う薄膜磁気ヘッドの磁極に用いる磁性多層膜に関し、特に垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜やヨーク型MRヘッドのヨーク部への適用に有効な磁性多層膜に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、コンピュータ用固定磁気ディスク装置をはじめフレキシブル磁気ディスク装置、磁気テープ装置など磁気記録装置の高記録密度化が進められている。そのキーテクノロジーの1つとして、高感度磁気ヘッドの開発が挙げられる。磁気ヘッドの感度は、ヘッド材料の特性は勿論のこと、磁極磁性膜の磁区構造に強く依存することが知られている。

【0003】 ここで、薄膜磁気ヘッドを例にとると、磁極を形成する磁性膜が単層膜である場合、その磁区構造は還流磁区構造となる。還流磁区構造の磁化過程は、磁化回転と磁壁の移動によるが、磁壁の移動は高周波領域では抑制されるために、磁極全体の高周波透磁率が低下する。また、磁壁の移動は不連続に起こるために、出力波形に波形歪となって現れる。これらの現象は狭トラック化に伴って磁極先端部における三角磁区の占める割合が増加すると、さらに、大きな影響をヘッド動作に及ぼすことになる。このような現象を抑制すること、すなわち、ヘッド磁極の磁性膜のように、微細な領域の磁区構造を制御することが高感度磁気ヘッドの開発においては不可避の課題である。

【0004】 1つの方法として、磁性膜に非磁性層を挿入して多層化することにより、磁区構造を制御する検討が実験・理論の両面から広く行われている（例えば、アイイーイーイー・トランザクションズ・オン・マグネットックス、24巻、1988年、2045頁）。この方法によれば、非磁性層を介して隣接する磁性層間に働く静磁結合によって単磁区構造が実現する。単磁区構造における磁化過程は、磁化回転のみであって磁壁の移動を伴わないため、前述したような不連続な磁壁の移動に伴

う波形歪を防ぐことが可能であり、また、高周波透磁率の低下も抑制できる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の構造では、例えば、4層の磁性層から構成される磁性多層膜を考えると、図2(a)および同図(b)に示すように、隣接する磁性層が非磁性層を介して結合する仕方が一通りでないため、磁区構造の不安定性がいまだ残存していた。すなわち、図2(b)に示す例では、最上層および最下層の磁性層は、対をなす磁性層が存在しないために、外部磁界に対する磁化過程は単層膜的な振舞いを示し、全体として複雑な磁区構造を形成する。また、磁化履歴によっては、図2(a)および同図(b)に示す状態がランダムに現れ、記録再生動作の不安定性の原因となる。この問題の解決策として、例えば、特開平3-49008号公報には、厚さの異なる非磁性層を磁性層を介して交互に積層する構造を有する薄膜磁気ヘッドが開示されている。

【0006】 この方法によれば、薄い方の非磁性層を介して隣接する磁性層同士が静磁気的に結合しやすくなるため、前述の磁区構造の不安定性を排除することが可能である。しかしながら、この公知例では、磁性層および非磁性層の厚さの関係が明示されてなく、軟磁気特性の観点からみた最適な層構成については不明であった。さらに、磁性層／非磁性層の積層膜に関する検討の多くは、薄膜ヘッド等に用いられる数μm厚の磁性膜に関して行われているため（例えば、特開昭64-4908号公報）、その最適層構成が、例えば、垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜や、ヨーク型MRヘッドのヨーク部に用いられるような200nm程度の厚さを有する磁性膜に対しては、そのまま適用することができないという欠点がある。

【0007】 本発明の目的は、磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、さらに、優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供するとともに、その最適層構成が、例えば、垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜や、ヨーク型MRヘッドのヨーク部に用いられるような200nm程度の厚さを有する磁性膜に対して適用可能な磁性多層膜を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、1軸磁気異方性を有する軟磁性膜である第1の層と、非磁性膜であり厚さがそれぞれ異なる第2の層および第3の層とから構成され、前記第3の層が前記第2の層よりも厚く、前記第1の層／第2の層／第1の層からなる積層体と第3の層とが交互に積層された構造を有する磁性多層膜において、前記第1の層の厚さが20以上100nm以下であり、かつ前記第2の層および第3の層の厚さが5nm以上20nm以下であることを特徴とする。また、前記第1の層が複数の強磁性体の繰り返しによる周期構造を有

する軟磁性膜を用いてもよい。

【0009】

【作用】以下に、本発明の作用を簡単に説明する。本発明の磁性多層膜は、図1に示すように、基板4上に形成されており、1軸磁気異方性を有する磁性層1と、厚さがそれぞれ異なる非磁性層2、3とから成り、非磁性層2よりも非磁性層3が厚く、磁性層1／非磁性層2／磁性層1からなる積層体と非磁性層3とが交互に積層された構成を有している。このように厚さの異なる2種類の非磁性層を交互に配置することにより、薄い方の非磁性層（非磁性層2）を介して隣接する磁性層同士が静磁気的に結合しやすい状態を形成することができるため、図2に示したように、磁区構造の不安定性は解消される。また、このときの磁性層および非磁性層の厚さを最適な範囲に設定することにより、同じ膜厚の単層膜に比較して優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供することが可能である。

【0010】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

一実施例1－

2基の蒸発源を用いた電子ビーム真空蒸着法により、NiFe膜（Ni：8.2%－Fe：1.8%，重量%）とCu膜とを交互に連続的に積層したNiFe/Cu多層膜を作製した。基板にはガラス基板を用い、基板温度は100°Cとした。各層の膜厚は、各蒸発源上のシャッターの開閉時間を使って制御した。蒸着中の真空中度は $1 \times 10^{-9}$  Torrであった。成膜中は、永久磁石を用いて基板面内に2000Oeの直流磁界を印加し、膜中に1軸磁気異方性を誘起した。NiFe層の総厚を200nm一定として、NiFe層厚およびCu層厚を変えた種々の多層膜を作製し、カーポロジカル顕微鏡による磁区構造観察および磁化困難軸方向の比透磁率測定（10MHz）を行った。磁区構造観察用の試料は、膜上に磁気ヘッド磁極形状のフォトレジストパターンを形成し、Arガス雰囲気中でイオンエッティングを行って作製した。そして、図3に示すように、磁性層の厚さをD、非磁性層の厚さをbとすると、NiFe層（磁性層）厚が20nm以上100nm以下、Cu層（非磁性層）厚が5nm以上20nm以下の領域で単磁区構造を有し、かつ同じ膜厚の単層膜に比較し、高い比透磁率（200以上）を有する磁性多層膜が得られた。

【0011】次に、上述の積層範囲において、厚さの異なる2種類の非磁性層を交互に配置した磁性多層膜を同様の方法で作製し、磁区構造の安定性を調べた。磁区構造の安定性は、磁化困難磁区方向に膜が飽和するのに十分な大きさの直流磁界を印加した後、その残留磁化状態をカーポロジカル顕微鏡を用いて調べることによって評価した。そして、図4に示すように、前記2種類の非磁性層の厚さをそれぞれbおよびcとすると、 $b \geq c$ の場合に

は、単磁区状態もしくは単層膜的な遷流磁区構造が不規則に現れる不安定な磁区構造が観察された。一方、 $b < c$ の場合には、隣接する磁性層が非磁性層を介して2組ずつ順に結合する状態が実現するため、磁区構造は安定に単磁区状態を保持することが判明した。

一実施例2－

3基の蒸着源を用いた電子ビーム真空蒸着法により、基板上にFe/NiFe膜（積層周期：10nm、Fe層厚=NiFe層厚=5nm、NiFeの組成はNi：8.2%－Fe：1.8%，重量%）とCu膜とを交互に連続的に積層した（Fe/NiFe）/Cu多層膜を作製した。この基板にはガラス基板を用い、基板の温度は100°Cとした。各層の膜厚は、各蒸発源上のシャッターの開閉時間を使って制御した。また、蒸着中の真空中度は $1 \times 10^{-9}$  Torrであった。成膜中は永久磁石により基板面内に2000Oeの直流磁界を印加し、膜中に1軸磁気異方性を誘起した。そして、Fe/NiFe層の総厚を200nm（一定）として、Fe/NiFe層厚およびCu層厚を変えた種々の多層膜を作製し、カーポロジカル顕微鏡による磁区構造観察および磁化困難軸方向の比透磁率測定（10MHz）を行った。

【0012】磁区構造観察用の試料は、成膜上に磁気ヘッド磁極形状のフォトレジストパターンを形成し、Arガス雰囲気中でイオンエッティングを行って作製した。実施例2の磁性多層膜は、実施例1の場合と同様に、NiFe層厚が20nm以上100nm以下、Cu層厚が5nm以上20nm以下の領域で安定な単磁区構造を有し、かつ同じ膜厚の単層膜に比較し、高い比透磁率（200以上）を有する磁性多層膜が得られた。

【0013】上記実施例では、磁性層材料として、NiFeもしくはFe/NiFeといった材料を用いた場合を示したが、他にFe系結晶質材料やCo系アモルファス材料等を用いてもよく、また、非磁性層材料としてCuを用いたが、他にTi、V、Cr、Ta、W、Pt等の導電性材料やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等の絶縁性材料を用いるてもよい。さらに、上記実施例では、第2および第3の層は同じ非磁性材料で形成したが、異なる非磁性材料で形成してもよい。

【0014】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、さらに、単層膜に比較し優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供することができる。また、その最適層構成が、例えば、垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜や、ヨーク型MRヘッドのヨーク部に用いられるような200nm程度の厚さを有する磁性膜に対して適用可能な磁性多層膜を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す断面図である。

【図2】従来例を示す断面図である。

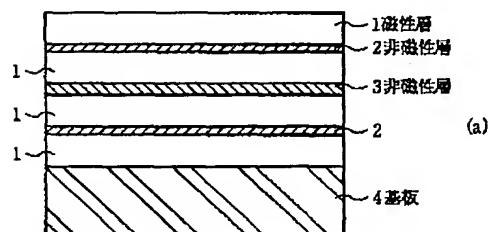
【図3】磁性層および非磁性層の厚さを変えたときの磁区構造および比透磁率の変化を示す図である。

【図4】2種類の非磁性層の厚さをそれぞれ変えたときの磁区構造の安定性を示す図である。

【符号の説明】

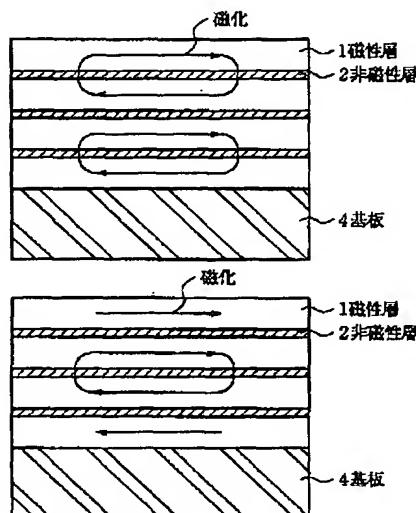
- 1 磁性層
- 2, 3 非磁性層
- 4 基板

【図1】



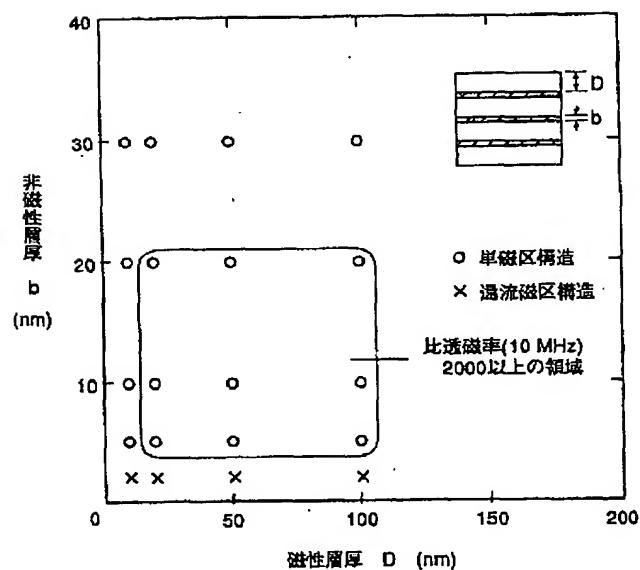
(a)

【図2】

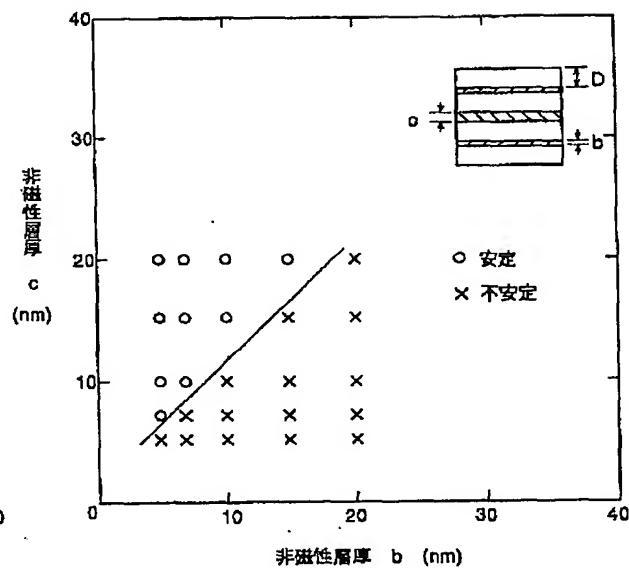


(b)

【図3】



【図4】



フロントページの続き